

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
12 mai 2005 (12.05.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/043257 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **G04B 17/06**

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/CH2004/000627

(22) Date de dépôt international :
18 octobre 2004 (18.10.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1865/03 31 octobre 2003 (31.10.2003) CH

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **COM-
PLITIME SA** [CH/CH]; Rue du Manège 19-21, CH-2300
La Chaux-de-Fonds (CH).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **FORSEY,**

Stephen, Edward, Methuen [GB/CH]; La Rançonnière-
Dessus 1, CH-2400 Le Locle (CH). **GREUBEL, Robert**
[CH/CH]; Route du Château 41, CH-2520 La Neuveville
(CH).

(74) Mandataire : **GLN**; Gresset & Laesser Neuchâtel, Puits-
Godet 8A, CH-2000 Neuchâtel (CH).

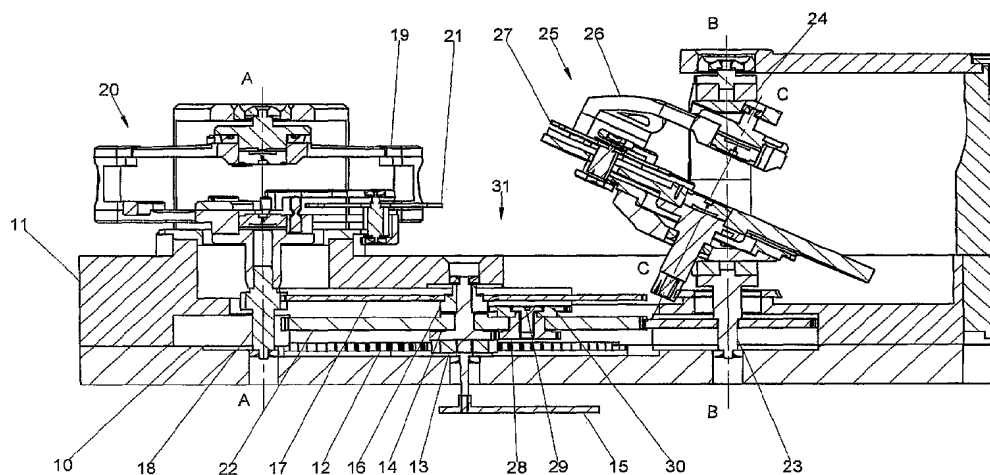
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: WATCHMAKING PIECE COMPRISING TWO TURBILLONS

(54) Titre : PIECE D'HORLOGERIE COMPORTANT DEUX TURBILLONS



(57) Abstract: A movement for a watchmaking piece comprising a frame (10, 11) defining a reference plane and, mounted thereon, a mechanical energy source, a clockwork watch movement driven by said energy source and adapted in such a way as to be able to bear means for displaying the time, and a time base comprising two balance wheels and two escapements, and a differential gear (31) ensuring a kinematic link between the clockwork watch movement and the escapements. According to the invention, the time base comprises two tourbillons (20,25) each of which is provided with a cage (19,26) bearing an escapement and a balance wheel, said cages being rotationally driven at least intermediately by said differential gear (31).

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/043257 A1



GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(57) Abrégé : Mouvement pour pièce d'horlogerie de type comportant un bâti (10, 11) définissant un plan de référence et, montés sur celui-ci : une source d'énergie mécanique, un rouage de finissage entraîné par ladite source d'énergie et agencé de manière à pouvoir supporter des moyens d'affichage de l'heure, et une base de temps comportant deux balanciers et deux échappements, et un engrenage différentiel (31) assurant une liaison cinématique entre ledit rouage de finissage et lesdits échappements. Selon l'invention, la base de temps comporte deux tourbillons (20, 25), chacun muni d'une cage (19, 26) portant un échappement et un balancier, lesdites cages étant entraînées au moins médiatement en rotation par ledit engrenage différentiel (31).

PIECE D'HORLOGERIE COMPORTANT DEUX TOURBILLONS

La présente invention se rapporte aux mouvements pour pièces d'horlogerie dites mécaniques. Elle concerne plus particulièrement un mouvement qui comporte un bâti définissant un plan de référence appelé ci-après plan du
5 mouvement et sur lequel sont montés :

- une source d'énergie mécanique,
- un rouage de finissage entraîné par ladite source d'énergie et agencé de manière à pouvoir supporter des moyens d'affichage de l'heure,
- 10 – une base de temps comportant deux balanciers-spiraux et deux échappements, et
- un engrenage différentiel assurant une liaison cinématique entre le rouage de finissage et les échappements.

Une pièce de ce type est décrite dans le « Catalogue d'œuvres choisies du
15 musée international d'horlogerie », pièce No 417, ISBN 2-940088-07-1.

De la sorte, la marche diurne de la montre est égale à la moyenne des marches diurnes des deux balanciers-spiraux.

Il y est question de deux variantes. Dans la première, le différentiel alimente de manière indépendante les échappements entretenant le mouvement des
20 deux balanciers-spiraux. Comme l'extrémité des spiraux est fixée au même bâti, il peut apparaître un couplage, de telle sorte que, cycliquement, l'amplitude d'un balancier peut diminuer alors que celle de l'autre augmente, et cela dans des proportions qui peuvent être importantes. Si donc, on ne veut pas craindre qu'un balancier ne rebatte, il est nécessaire que l'amplitude soit
25 considérablement réduite, ce qui va à l'encontre du but recherché.

Dans la deuxième variante, les deux balanciers-spiraux sont montés sur une même cage de tourbillon, laquelle porte deux échappements et un différentiel assurant l'alimentation des deux échappements. Dans ce cas également, le risque de battement est existant. Par ailleurs, comme les deux balanciers sont

disposés côte à côte, leurs diamètres cumulés ne peuvent dépasser le rayon du mouvement.

Le but de la présente invention est de proposer un mouvement muni de deux balanciers-spiraux qui peuvent être de grand diamètre, sans risque de
5 couplage. Ce but est atteint grâce au fait que la base de temps comporte deux tourbillons, chacun muni d'une cage portant un échappement et un balancier-spiral. Ces cages sont entraînées au moins médiatement en rotation par l'engrenage différentiel. Dans la présente demande, le terme de tourbillon est à prendre au sens large, couvrant aussi les carrousels.

10 Avec une telle configuration, le fait que les spiraux soient solidaires chacun d'une cage de tourbillon, laquelle est montée rotative sur le bâti, rend un couplage pratiquement impossible. De plus, comme chaque balancier est monté sur une cage, il en résulte que son diamètre n'est que très peu plus petit que celui de la cage. Or, la qualité réglante d'un balancier est d'autant
15 meilleure que son diamètre est grand, du fait que la croissance du moment d'inertie en fonction du diamètre est plus rapide que celle du poids. Ainsi, la précision du mouvement peut être améliorée de manière sensible.

Afin de réduire l'écart de marche entre les positions horizontales et verticales, au moins l'un des tourbillons comporte une cage qui pivote autour d'un axe
20 non orthogonal au plan du mouvement. De la sorte, quelle que soit la position de la pièce d'horlogerie, les deux axes des balanciers ne seront jamais verticaux simultanément, ce qui fait que, en plus des avantages évoqués ci-dessus, les écarts de marche entre les différentes positions de la montre sont sensiblement plus faibles.

25 Plus particulièrement, le tourbillon comportant une cage dont l'axe est non orthogonal au plan du mouvement comprend une deuxième cage, montée pivotante sur le bâti autour d'un axe orthogonal au plan du mouvement et dans laquelle pivote la première cage.

Si les deux tourbillons tournent à une même vitesse angulaire, les mêmes
30 conditions se retrouvent à chaque tours. De la sorte, la marche moyenne de la

pièce d'horlogerie fluctuera périodiquement. Il est possible de réduire cette fluctuation grâce au fait que l'engrenage différentiel est agencé de manière à ce que les tourbillons tournent à des vitesses angulaires différentes.

D'autres caractéristiques de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, faite en regard de la figure unique annexée qui est une vue partielle en coupe axiale de ce mouvement d'horlogerie.

Le mouvement selon l'invention comporte, de manière classique, un bâti constitué d'une platine 10 et d'au moins un pont 11 et définissant un plan de référence appelé plan du mouvement, sur lesquels pivotent les différents rouages, leviers et bascules, autour d'axes perpendiculaires à ce plan.

La figure montre une roue de moyenne 12, partie d'un rouage de finissage entraîné par un barillet qu'il est inutile de représenter. Cette roue engrène avec un mobile effectuant un tour par minute et comportant un arbre muni d'un pignon 13 en prise avec la roue de moyenne 12 et d'une roue 14. Une aiguille de secondes 15 est chassée sur l'une des extrémités de l'arbre.

Ce dernier porte, en outre, monté libre en rotation, un premier mobile formé d'un pignon 16 dont la fonction apparaîtra plus loin et d'une roue 17 engrenant avec un pignon 18 solidaire de la cage 19 d'un premier tourbillon 20. Ce tourbillon pivote dans le bâti autour d'un axe A-A perpendiculaire au plan du mouvement.

La cage 19 porte une roue d'échappement 21 qui entraîne une ancre et, par elle, un balancier-spiral, ces deux derniers composants n'étant pas représentés pour éviter de surcharger le dessin. Une information plus complète concernant ce type de tourbillons peut être trouvée dans l'ouvrage intitulé « Théorie d'horlogerie », Chs-A. Reymondin et al, ISBN 2-940025-10-X.

Une roue 22, ayant le même diamètre et le même nombre de dents que la roue 17, est également montée libre en rotation sur l'arbre 13. Elle engrène avec le pignon 23 d'une première cage 24 que comporte un deuxième tourbillon 25. Le pignon 23 et la cage 24 pivotent dans le bâti autour d'un axe

B-B perpendiculaire au plan du mouvement. Une deuxième cage 26 est montée pivotante sur la première cage 24, autour d'un axe C-C faisant un angle aigu, typiquement de 30° avec l'axe B-B. La cage 26 porte une roue d'échappement 27 qui entraîne une ancre et par elle un balancier-spiral, ces deux derniers composants n'ayant pas été représentés au dessin pour éviter
5 de le surcharger. La structure et le fonctionnement d'un tourbillon de ce type sont décrits de manière détaillée dans la demande de brevet WO/03017009 déposée au nom de la demanderesse.

La roue 22 porte un satellite comprenant un premier pignon-satellite 28 monté
10 sur une face de celle-ci, en prise avec la roue 14 et accouplé rigidement, au moyen d'une vis 29, à un deuxième pignon-satellite 30 disposé sur l'autre face de la roue 22 et engrenant avec le pignon 16. On remarquera que ces deux pignons-satellites ont des diamètres sensiblement différents.

Le mécanisme formé de l'arbre 13, des roues 14, 17 et 22 et des pignons 16,
15 28 et 30 constitue un engrenage différentiel 31 qui permet d'entraîner les cages 19 et 24 des deux tourbillons 20 et 25 à leur propre rythme. En effet, chacune des cages tourne par saccades, chaque fois que l'échappement donne une impulsion au balancier. Cela revient donc à dire que, lors de chaque impulsion motrice, le rouage différentiel tourne et entraîne l'une ou
20 l'autre des cages, voire les deux simultanément. Le rouage différentiel est lui-même entraîné par la roue de moyenne 12 qui est mue par le barillet.

En fonctionnement, la roue de moyenne 12 agit, par le pignon 13 et la roue 14, sur le pignon-satellite 28. Il engendre ainsi des couples appliqués l'un sur le pignon 16 par le pignon-satellite 30, l'autre directement sur la roue 22, du
25 fait que les pignons 28 et 30 n'ont pas le même nombre de dents.

Pour une détermination précise des caractéristiques de l'engrenage différentiel qui vient d'être décrit, on se référera au document intitulé « Les engrenages d'horlogerie » Tome II, P. Augereau, édité à l'occasion des journées d'étude à l'intention des professeurs de l'enseignement horloger,
30 organisé les 12 et 13 décembre 1996 au CETEHOR (Besançon, France).

Le mouvement tel qu'il vient d'être décrit peut faire l'objet de nombreuses variantes. Ainsi, les tourbillons peuvent être tous les deux du même type que le tourbillon 20 avec leurs axes parallèles entre eux et perpendiculaires au plan du mouvement. Ils peuvent aussi être tous les deux du même type que le
5 tourbillon 25, c'est à dire comportant chacun deux cages, dont l'une est non orthogonales au plan du mouvement. Il est également possible que les cages pivotent directement dans le bâti, sur des axes non orthogonaux au plan du mouvement.

Les périodes et les sens de rotation des tourbillons peuvent être les mêmes
10 ou différents, définies par les rapports d'engrenages du différentiel.

Les caractéristiques des balanciers-spiraux telles que leur période d'oscillation ou leur moment d'inertie peuvent être semblables ou différentes.

Au cas où les périodes des tourbillons sont différentes, alors que les balanciers ont la même fréquence et le même diamètre, un rouage
15 intermédiaire sera avantageusement intercalé entre la roue du différentiel et le pignon du tourbillon, de manière à ce que l'angle parcouru par la roue de moyenne 12 soit le même pour les deux tourbillons, ce qui fait que l'énergie fournie à chacun des tourbillons est la même.

Dans le cas où les cages de tourbillons ont une même fréquence de rotation,
20 celles-ci seront avantageusement équipées de moyens d'identification de leur position, qui permettra de déterminer indépendamment la marche de chacun des tourbillons, et ainsi faciliter le réglage du mouvement.

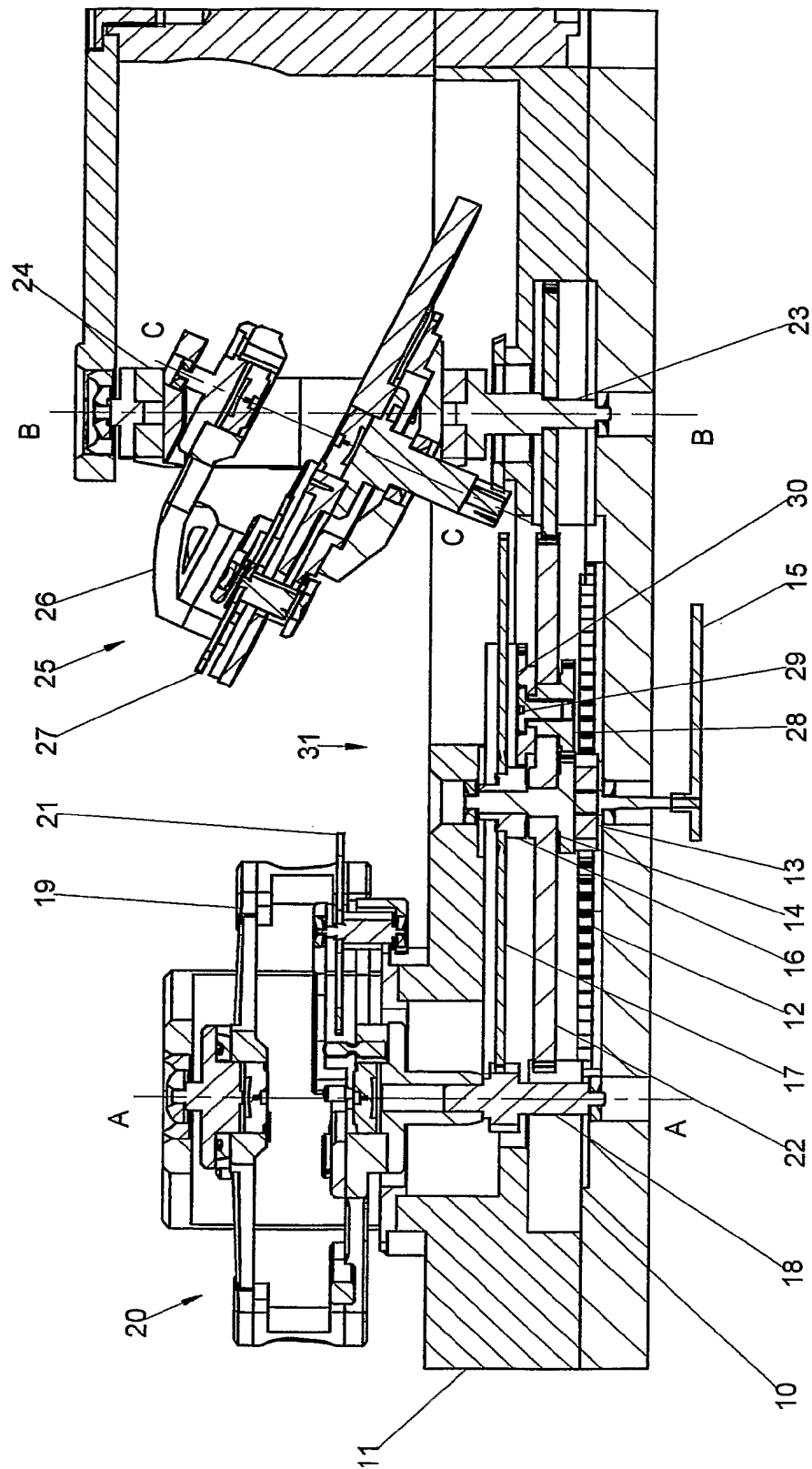
Les mêmes principes sont également applicables à un mouvement qui comporterait plus de deux balanciers-spiraux, en munissant, par exemple, une
25 cage de deux balanciers, comme cela est décrit dans le catalogue mentionné plus haut, et une deuxième cage comportant un seul balancier. Il est même envisageable d'équiper le mouvement d'un troisième tourbillon.

Il est évident que l'un et/ou l'autre des tourbillons pourraient aussi être du type à deux ou trois cages, par exemple orthogonales.

Ainsi, grâce au fait que le mouvement est équipé d'au moins deux tourbillons, il est possible d'améliorer sa précision sans risque de phénomènes de battement, tout en lui conférant un caractère prestigieux.

REVENDEICATIONS

1. Mouvement pour pièce d'horlogerie de type comportant un bâti (10, 11) définissant un plan de référence et, montés sur celui-ci :
 - une source d'énergie mécanique,
 - 5 – un rouage de finissage entraîné par ladite source d'énergie et agencé de manière à pouvoir supporter des moyens d'affichage de l'heure,
 - une base de temps comportant deux balanciers et deux échappements, et
 - 10 – un engrenage différentiel (31) assurant une liaison cinématique entre ledit rouage de finissage et lesdits échappements, caractérisé en ce que ladite base de temps comporte au moins deux tourbillons (20, 25), chacun muni d'une cage (19, 26) portant un échappement et un balancier, lesdites cages étant entraînées au
 - 15 moins médiatement en rotation par ledit engrenage différentiel (31).
2. Mouvement selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins l'un desdits tourbillons (25) comporte une cage (26) qui pivote autour d'un axe (C-C) non orthogonal au plan du mouvement.
3. Mouvement selon la revendication 2, caractérisé en ce que le
- 20 tourbillon (25) comportant une cage (26) dont l'axe (C-C) est non orthogonal au plan du mouvement comporte une deuxième cage (24) montée pivotante sur le bâti et dans laquelle pivote la première cage (26).
4. Mouvement selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'axe de
- 25 pivotement (B-B) de la deuxième cage (24) est orthogonal au plan du mouvement.
5. Mouvement selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit engrenage différentiel (31) est agencé de manière à ce que les tourbillons (0, 25) tournent à des vitesses angulaires différentes.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH2004/000627

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G04B17/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 375 619 A (PAUL GERARD * D'SOUZA) 20 November 2002 (2002-11-20) abstract figure 3	1
A	CH 156 801 A (VUILLEUMIER, MARCEL) 31 August 1932 (1932-08-31) claim 1	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 January 2005

Date of mailing of the international search report

09/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lupo, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH2004/000627

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2375619	A	20-11-2002	NONE	
CH 156801	A	31-08-1932	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/CH2004/000627

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G04B17/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 G04B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	GB 2 375 619 A (PAUL GERARD * D'SOUZA) 20 novembre 2002 (2002-11-20) abrégé figure 3	1
A	CH 156 801 A (VUILLEUMIER, MARCEL) 31 août 1932 (1932-08-31) revendication 1	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

31 janvier 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

09/02/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Lupo, A

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/CH2004/000627

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2375619	A	20-11-2002	AUCUN	
CH 156801	A	31-08-1932	AUCUN	